



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Físicas

Escuela Profesional de Física

**La métrica de McVittie: agujeros negros en el universo
en expansión**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Física

AUTOR

Mario Florencio SOLÍS BENITES

ASESOR

Fulgencio VILLEGAS SILVA

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Solís, M. (2017). *La métrica de McVittie: agujeros negros en el universo en expansión*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Física]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



#189

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA

Siendo las 15:00 horas del viernes 14 de julio de 2017, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Físicas (Auditorio 109), bajo la Presidencia del Dr. Rafael Edgardo Carlos Reyes (Presidente), Dr. Raúl Félix Carita Montero (Miembro), Mg. Fulgencio Villegas Silva (Asesor), Mg. Lorenzo Malpartida Contreras (Suplente), se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Tesis para la Licenciatura en Física, mediante la Modalidad M1, del Bachiller:

SOLÍS BENITES, MARIO FLORENCIO

Dando lectura al Resumen del Expediente, el Presidente del Jurado, invitó al Bachiller Solís Benites, Mario Florencio, a realizar una exposición de Trabajo de Tesis titulado: "La métrica de McVittie: Agujeros negros en el universo en expansión".

Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado, el Presidente, invitó al Bachiller y al público a abandonar momentáneamente la Sala de Sesión, para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.


Al término de la deliberación del Jurado, el Dr. Rafael Edgardo Carlos Reyes, invitó al candidato y al público a pasar a la Sala de Sesión, para dar lectura al resultado de la deliberación. Ha obtenido la calificación de:

MUY BUENO
(MENCIÓN)

17
(NÚMERO)

Diecisiete
(LETRAS)

Finalmente, el Presidente del Jurado, propone al consejo de la Facultad que se le declare Licenciado en Física al Bachiller Solís Benites, Mario Florencio. Siendo las... 16:21 ... Horas, se levanta la Sesión.


Dr. Rafael Edgardo Carlos Reyes
PRESIDENTE


Dr. Raúl Félix Carita Montero
MIEMBRO


Mg. Fulgencio Villegas Silva
ASESOR


Mg. Lorenzo Malpartida Contreras
SUPLENTE

Resumen

En esta tesis se estudia la métrica de McVittie para el caso plano. Eso requiere de un desarrollo de la relatividad general y la cosmología.

La primera parte de la Tesis, desarrolla los aspectos necesarios de la relatividad general. Comenzamos con los argumentos de transformación de coordenadas generales que conducen al estudio de la curvatura; mediante la geometría diferencial entendemos las entidades como la conexión, el tensor de curvatura y sus contracciones. Posteriormente mediante el principio variacional obtenemos la relación de la curvatura del espacio-tiempo con la fuente de gravedad.

La segunda parte se centra en el estudio de los agujeros negros, en donde deduciremos la métrica planteada por Karl Schwarzschild, bajo las mismas consideraciones, métrica estática y con un parámetro distinto a las coordenadas que es la masa; también, hacemos una transformación de coordenadas que conduce a versión isotrópica de la métrica de Schwarzschild.

La tercera parte corresponde a un breve resumen de la Cosmología moderna, mediante argumentos observacionales que conducen al principio de Copérnico y la comprobación observacional de la expansión del Universo por parte de Hubble; llegamos a plantear la métrica de FLRW y las ecuaciones de Friedman.

Por último, mediante un *ansatz* general, deducimos la métrica de McVittie plana que se reduce a la métrica de Schwarzschild isotrópica cuando el factor de escala es constante y a FLRW cuando la masa es igual a cero. Adicionalmente deducimos la métrica para cualquier curvatura hecha por McVittie.

Palabras clave: MÉTRICA DE MCVITTIE, MÉTRICA DE FLRW, MÉTRICA DE SCHWARZSCHILD